



Trabajo Fin de Grado

Estudio de la sensibilidad al contraste en la infancia

Autor

Irene Palacios Conde

Directora/codirector:

Dra. Victoria Pueyo Royo/ Dr. Antonio Ferreras Amez

Facultad de Ciencias

2014

Índice

Resumen	2
1. Introducción.....	3
2. Estado actual del tema	3
3. Objetivos del estudio.....	4
4. Método	4
4.1 Selección de la muestra	4
4.2 Protocolo exploratorio.....	5
4.3 Análisis de datos	7
5. Resultados	7
5.1 Descripción de la población	7
5.2 Agudeza visual	7
5.3 Motilidad Ocular Extrínseca (MOE).....	9
5.4 Estereopsis	10
5.4 Sensibilidad al contraste	10
6. Discusión	12
7. Conclusiones	15
8. Bibliografía.....	17

Resumen

El estudio incluye una muestra de 68 niños de 5 a 11 años, con una edad media de 7,87, a los que se les realizan los test de sensibilidad al contraste de Cambridge y LEA con el fin de evaluar la sensibilidad al contraste en edad pediátrica y determinar a qué edad se hace comparable con la que presenta un adulto. Tras el análisis de los resultados se concluye que para este grupo de niños, la sensibilidad al contraste es comparable con la de un adulto desde la edad de 5 años puesto que las diferencias de SC obtenidas entre los distintos grupos no son estadísticamente significativas. No se puede extrapolar este resultado a todos los niños puesto que pueden ser debidos al azar por la significancia obtenida.

Palabras claves: Sensibilidad al contraste en niños, Cambridge Low Contrast Gratings, Test LEA, edad pediátrica, evolución sensibilidad al contraste con la edad, estabilización sensibilidad al contraste.

1. Introducción

Tradicionalmente la visión humana se caracterizaba mediante la agudeza visual (AV), pero se observó que esta no se mantenía en el mismo valor si se variaban las condiciones de contraste e iluminación.

Se precisan otras técnicas para ver como varía la capacidad que tiene un sujeto para detectar un objeto, no solo en función de su tamaño (AV), sino también en función de su contraste. Por eso la AV aislada no puede usarse como única medida de la calidad visual, sino que debe acompañarse de la medida de la sensibilidad al contraste y el cálculo de la función de sensibilidad al contraste.¹

Se puede definir la sensibilidad al contraste (SC) como la capacidad que tiene un sujeto para discriminar diferencias de iluminación (iluminancia o contraste) en áreas adyacentes.²

La función de la sensibilidad al contraste es una prueba que se basa en la habilidad que tiene el observador para detectar un patrón de barras. El cual tiene la propiedad de que su imagen óptica no se deforma, aunque el sistema visual esté aberrado.²

Para conocer el comportamiento del sistema visual, no basta con medir la AV, ya que solo se evalúa para detalles con contraste alto. Sin embargo los objetos que nos encontramos en la vida real, presentan diferentes niveles de contraste y tamaño, por lo que nos es muy útil estudiar la SC de los pacientes ya que evalúa la visión en diferentes niveles de contraste y frecuencias espaciales, y nos proporcionará más información de cómo se comporta el sistema visual en un entorno real.^{2, 3}

2. Estado actual del tema

Es complicado determinar a qué edad los niños alcanzan una sensibilidad al contraste comparable con la que presenta el adulto.³

J. Leat ⁴, J. Atkinson ⁵, T. Derefeldt ⁶, T. Benedek ⁷, J.E. Scharre ⁸ y J. Gwiazda ⁹ entre otros trataron de determinar la edad cronológica en la que se produce este proceso. Cada uno de ellos utilizó el test de SC que consideró más apropiado para llevar a cabo su estudio y obtener así una respuesta a la hipótesis planteada.

La mayoría de los resultados obtenidos coinciden en que la edad a la que la SC de un niño es comparable con la de un adulto, está entre los 7 y los 12 años.³⁻⁹

3. Objetivos del estudio

- Evaluar la sensibilidad al contraste en la edad pediátrica.
- Determinar a qué edad la sensibilidad al contraste de los niños es comparable con la de un adulto.

4. Método

4.1 Selección de la muestra

Para llevar a cabo el estudio se selecciona un grupo de 71 niños, alumnos del Colegio Público Ramiro Solans de Zaragoza, con edades comprendidas entre 5 y 11 años. Se utilizan dos test diferentes para determinar la SC que presenta cada niño.

El test de Cambridge, formado por doce pares de placas, cada par consta de una placa lisa y la otra con líneas, que a medida que van avanzando el contraste de estas va disminuyendo.

El test de LEA está formado por 6 placas en cada una de las cuales hay 5 símbolos de LEA. El tamaño de los símbolos se mantiene constante en todas las láminas, lo único que varía entre ellas es el contraste de los símbolos siendo menor a medida que avanzamos en las placas.

Para entrar a formar parte del estudio los niños han de cumplir los siguientes criterios:

- Tener una edad comprendida entre 5 y 11 años.
- Estar ocularmente sanos.
- Ser alumno del Colegio Ramiro Solans de Zaragoza.
- Llevar la autorización firmada por sus padres para la realización del screening.

Se excluirán a todos aquellos niños que:

- No porten su corrección habitual en el momento de la exploración.
- No tengan una AV en visión próxima suficiente para discriminar los símbolos del test de LEA.

4.2 Protocolo exploratorio

Para determinar los objetivos del estudio, a los niños se les realizan 2 test de SC, uno que se valorará en visión lejana y otro que se hará en visión próxima:

Cambridge Low Contrast Gratings utilizado para determinar la SC en visión lejana, se realizó monocularmente, a una distancia de seis metros y con iluminación artificial lo más difuminada que fue posible.

Se parte del par de placas demostrativas y se le explica al niño que en los 10 siguientes pares de placas deberá indicar donde ve las líneas; en la placa superior o en la inferior. Se anota el último número de placa en la que el niño acierta la localización de las líneas y con él se determina el contraste de la misma.



Figura 1. Test de Cambridge

Test de LEA, empleado para determinar la SC en visión próxima. Al igual que el Cambridge Low Contrast Gratings fue realizado monocularmente, a una distancia aproximada de unos 40cm.

Para la realización del test se le indica al niño que vaya diciendo los símbolos que ve en las placas y se anota la última placa en la que el niño es capaz de distinguir los símbolos de LEA.



Figura 2. Test de LEA symbols low contrast

Además de estos dos test de SC, también se les realizó un screening visual que incluía las siguientes pruebas:

Medida de la agudeza visual:

- Para evaluar la AV en visión lejana, se utilizó un test de Snellen en una sala bien iluminada y a la altura de los ojos del niño.

Se colocó al niño a unos seis metros del test y se le pidió que fuese leyendo primero de forma monocular, y posteriormente de forma binocular, las letras que se le iban señalando con el fin de determinar su AV. Si el niño era demasiado pequeño y no se sabía el nombre de las letras se le pedía, que dibujara su forma en el aire.

Uno de los inconvenientes de este test es que presenta una escala aritmética, y los saltos para AV elevadas son muy altos ya que no hay agudezas visuales intermedias entre $2/3$ y 1.

- Para la evaluación de la agudeza visual en visión próxima, se usaron optotipos de Pigassou para niños de 5 años y para niños de 6 a 12 años optotipos de Snellen. Con el niño cómodamente sentado, se le mostró la carta de optotipos a unos 40 centímetros y al igual que para visión lejana el niño iba diciendo los optotipos que se le indicaban con el fin de determinar su agudeza visual en visión próxima.

Evaluación de la reacción pupilar y transparencia de medios con ayuda de una linterna.

Cover test, tanto en visión lejana como en visión próxima, para determinar la presencia de forias o estrabismos y clasificarlos.

Para visión lejana se le pidió al niño que mirase a una letra del cartel de optotipos y que mantuviese su mirada fija en ella, mientras se le realizaba el test. En cambio, para visión próxima pedíamos al niño que mirase fijamente la punta de un bolígrafo colocada entre paciente y examinador para determinar la presencia de forias o estrabismo en visión próxima.

Titmus, para evaluar la visión estereoscópica de los niños.

Se le colocaban al niño las gafas polarizadas para realizar el test y se le indicaba que intentase coger las alas de la mosca que están flotando en el aire. Seguidamente se pasa a la parte de los animales y se le indica que nos diga que animales ve flotando en el aire, y lo mismo con la parte de los rombos que contienen círculos en la que el niño debe indicar el círculo que está flotando en el aire.

4.3 Análisis de datos

Para la recogida de los datos, se utiliza el programa informático *Microsoft Excel 2007* y para su análisis el programa *SPSS versión 20.0*. (SPSS Inc., Chicago, United States) mediante el que se hace un test de análisis de la varianza (ANOVA) para evaluar si las diferencias entre los distintos grupos de edades son estadísticamente significativas, considerando que esta condición se cumple cuando p-valor es menor de 0,05.

5. Resultados

5.1 Descripción de la población

Tras tener en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, de los 71 niños que fueron explorados se decide descartar a 4 de ellos, ya que dos no portaban su corrección en el momento de la realización de los test, y los otros dos presentaban muy mala agudeza visual en visión próxima por lo que no eran capaces de discriminar los símbolos del test de LEA.

De esta forma, la muestra estudiada queda con un total de 68 niños, en el que la edad media es de 7,87. Quedando distribuidos por edad y sexo en 7 grupos como se registra en la tabla 1.

Edad	5 años	6 años	7 años	8 años	9 años	10 años	11 años	TOTAL
Niños	2	9	6	8	5	2	3	35
Niñas	2	8	5	9	4	2	3	33

Tabla 1. Población del estudio distribuida por edad y sexo.

5.2 Agudeza visual

En el estudio realizado, se obtienen los siguientes datos en relación con la agudeza visual, que se agrupan en función de edades de los niños y se determina el valor medio de agudeza visual alcanzado. Quedando distribuida tal y como se representa en la tabla 2 y en las figuras 3 y 4.

		5 años	6 años	7 años	8 años	9 años	10 años	11 años
Media AV_{VL}	OD	0,42 SD 0,09	0,45 SD 0,16	0,77 SD 0,19	0,66 SD 0,19	0,74 SD 0,22	0,61 SD 0,46	0,78 SD 0,17
	OI	0,50 SD 0,16	0,52 SD 0,16	0,74 SD 0,17	0,68 SD 0,21	0,74 SD 0,22	0,66 SD 0,43	0,78 SD 0,17
Media AV_{VP}	OD	1 SD 0,00	1 SD 0,00	1 SD 0,00	0,96 SD 0,13	1 SD 0,00	1 SD 0,00	1 SD 0,00
	OI	1 SD 0,00	1 SD 0,00	1 SD 0,00	0,98 SD 0,07	1 SD 0,00	1 SD 0,00	1 SD 0,00

Tabla 2. Media AVsc según rangos de edad.
(SD: desviación estándar)

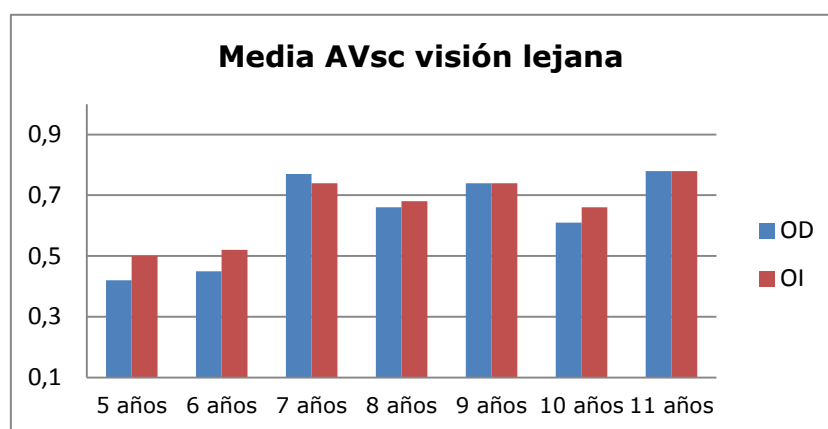


Figura 3. Media AVsc en VL según rangos de edad.

Como se puede ver en la Figura 3, en la que se representa la media de AV en cada grupo de edad, se produce un incremento de la AV en visión lejana desde los 5 hasta los 7 años, para mantenerse en torno a 0,7 hasta la edad de 9 años y volver a aumentar hasta los 11 años.

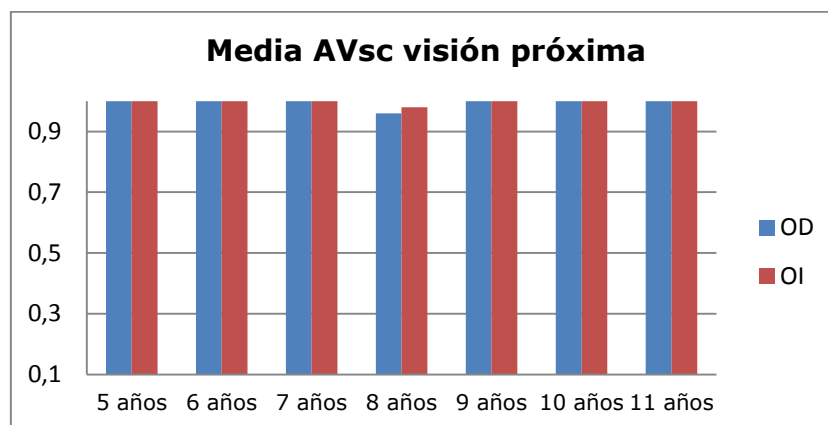


Figura 4. Media AVsc en VP según rangos de edad.

En cuanto a la AVsc en visión próxima, como se puede observar en la figura 4, en todos los grupos de edad se alcanza AV unidad, a excepción del grupo de 8 años que es ligeramente inferior.

5.3 Motilidad Ocular Extrínseca (MOE)

En los resultados obtenidos en el estudio, se puede observar que de todos los niños examinados, ninguno presentó estrabismo. Sin embargo gracias al cover-test se diagnosticaron algunas forias que quedan repartidas como se puede apreciar en la tabla 3, dependiendo del grupo de edad.

		5 años	6 años	7 años	8 años	9 años	10 años	11 años
Visión lejana	Ortofóricos	4	17	11	16	9	4	6
	Exofóricos	0	0	0	1	0	0	0
	Endofóricos	0	0	0	0	0	0	0
Visión próxima	Ortofóricos	3	13	8	15	8	4	6
	Exofóricos	1	1	3	2	0	0	0
	Endofóricos	0	3	0	0	1	0	0

Tabla 3. Distribución del tipo de foria en función de la edad.

Si se analizan por separado las forias presentes en visión próxima y en visión lejana, independientemente del grupo de edad al que pertenezcan los niños, la distribución de las forias se puede ver en la Figura 5.

En visión lejana un único niño, que constituye el 1% de los evaluados, presenta exoforia, mientras que el 99% restante son ortofóricos. Sin embargo en visión próxima, 7 niños presentan exoforia, 4 endoforia y el 84% restante son ortofóricos.

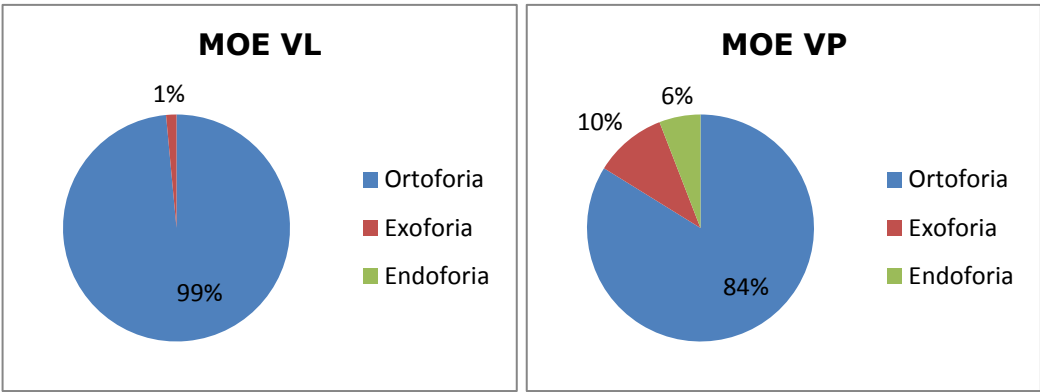


Figura 5. Porcentaje de forias en VL y VP.

5.4 Estereopsis

Como se puede ver en la tabla 4 de forma numérica y en la figura 6 de forma gráfica, en los grupos de edad de 6 años, 8 años, 10 años y 12 años se observa un valor de estereopsis no esperado para su edad.

	5 años	6 años	7 años	8 años	9 años	10 años	11 años
Titmus	60' SD 28,28	288,24' SD 707,91	50' SD 30,00	136,47' SD 192,12	46,67' SD 7,07	72,50' SD 32,02	122' SD 156,27

Tabla 4. Estereopsis según el grupo de edad.
(SD: desviación estándar)

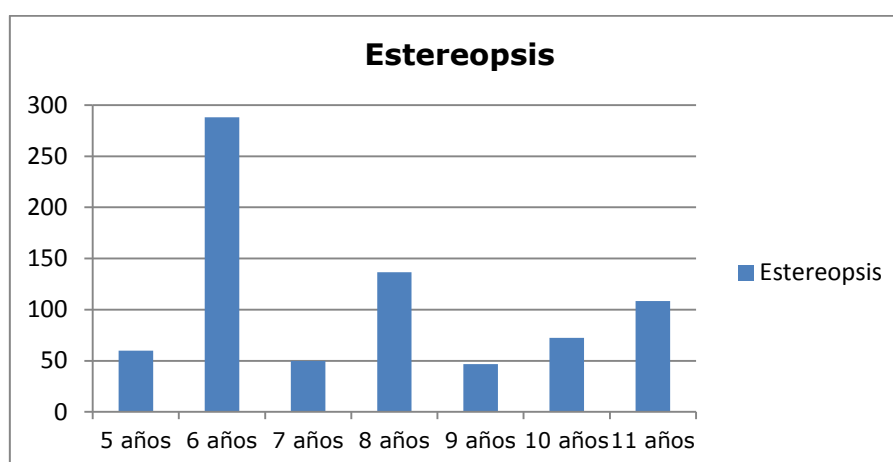


Figura 6. Estereopsis en función de la edad.

5.4 Sensibilidad al contraste

Se realiza la media de los valores de SC obtenidos en los distintos grupos de edad, quedando distribuidos los resultados como se observa en la tabla 5 y en la figura 7.

		5 años	6 años	7 años	8 años	9 años	10 años	11 años
Cambridge (VL)	OD	0,89% SD 0,005	0,71% SD 0,005	0,75% SD 0,004	1,17% SD 0,012	0,86% SD 0,007	0,75% SD 0,006	0,57% SD 0,002
	OI	1,39% SD 0,01	0,71% SD 0,007	0,76% SD 0,004	1,06% SD 0,011	0,89% SD 0,008	1,02% SD 0,011	0,57% SD 0,002
LEA (VP)	OD	1,25% SD 0,00	1,25% SD 0,00	1,25% SD 0,00	1,54% SD 0,009	1,25% SD 0,00	1,25% SD 0,00	1,25% SD 0,00
	OI	1,25% SD 0,00	1,25% SD 0,00	1,25% SD 0,00	1,54% SD 0,009	1,25% SD 0,00	1,25% SD 0,00	1,25% SD 0,00

Tabla 5. Sensibilidad al contraste en función de edad y ojo.
(SD: desviación estándar)

A la vista de los resultados, es preciso saber si las diferencias obtenidas entre los distintos grupos de edad pueden deberse al azar o son estadísticamente significativos, para ello se realiza un test de análisis de la varianza (ANOVA) en el que se obtienen los resultados que se observan en la tabla 6:

	P-valor
Test Cambridge OD	0,554
Test Cambridge OI	0,617

Tabla 6. Significación de los resultados

Al analizar los resultados del test de Cambridge, se observa que en general, la SC aumenta a medida que los niños van cumpliendo años. Ya que cada vez es menor el contraste de las fichas que precisan para discriminar las líneas que en ellas se incluyen.

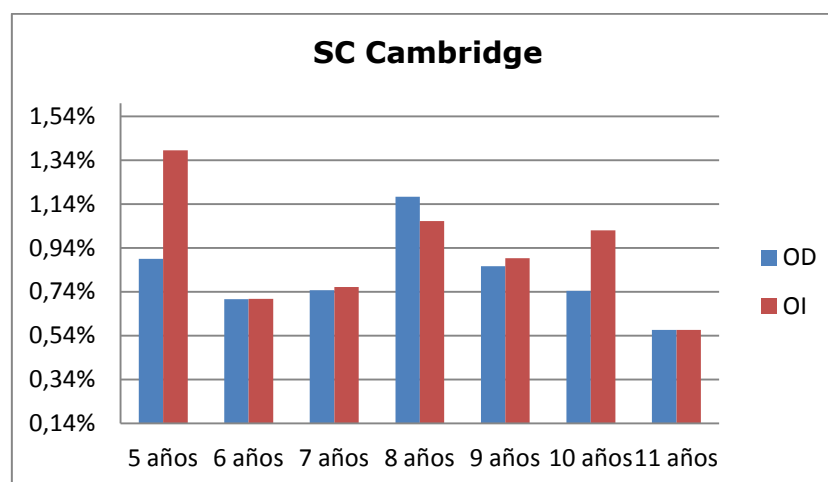


Figura 7. Media SC test de Cambridge según la edad.

En el test de LEA, en todas las edades alcanzan a ver la lámina de menor contraste excepto en el grupo de edad de 8 años que como se ha comentado anteriormente se corresponde con el grupo en el que la AV en visión próxima tampoco alcanzaban AV unidad debido a algún error refractivo no corregido.

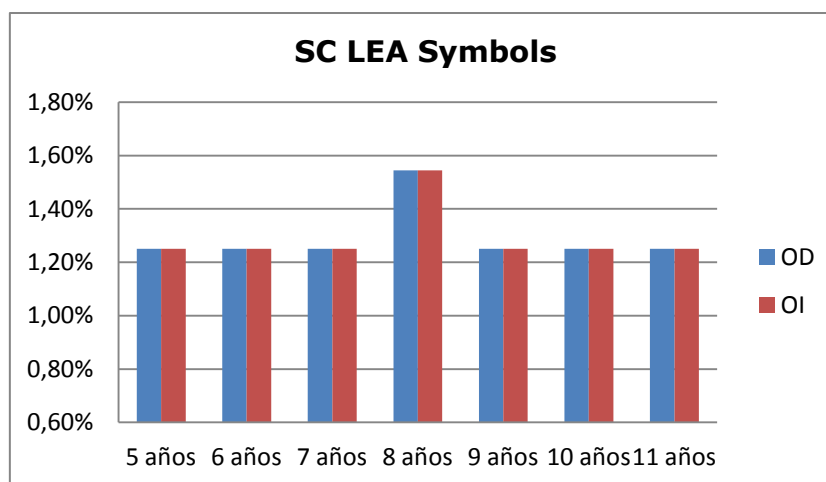


Figura 8. Media SC test LEA según la edad.

6. Discusión

Se sabe que la función visual de los niños va madurando desde el momento del nacimiento hasta alcanzar su plenitud. Teniendo en cuenta esto, se planteó estudiar la evolución de la SC en edad pediátrica seleccionando un grupo de niños mayores de 5 años.

Como consecuencia de la maduración que sufre la función visual, un recién nacido presenta una AV inferior a 0,1 que se va incrementando para a los 5-6 años alcanzar valores comparables con los que presenta un adulto.¹⁰⁻¹²

Al analizar los valores que se han obtenido al medir la AV en visión lejana a los niños que forman parte del estudio, tal y como se observa en la figura 3, no se cumple lo esperado. Un aumento conforme los niños van cumpliendo años. Se piensa que la anomalía observada en estos resultados puede deberse a que el test que se utilizaba para determinar la AV, tenía una escala aritmética y con saltos entre AV muy grandes. Por lo que podría ser que el niño presentase una agudeza visual intermedia entre dos líneas consecutivas y con este test sería imposible de medir. Además también podría existir algún error refractivo no corregido que hiciese que la agudeza visual estuviese disminuida.

Mientras tanto, los resultados de AV en visión próxima, como se puede ver en la figura 4, son buenos en todas las edades por la gran capacidad acomodativa que presentan los niños.

En la coordinación entre ambos ojos reside que las imágenes percibidas por cada uno de ellos sean similares tanto en forma como en tamaño y que así se produzca la fusión de ambas imágenes para que el individuo la perciba como una sola.^{13, 14} La estereopsis al igual que el resto de capacidades visuales, también se adquiere con la edad, y es alrededor de los 6 meses cuando la visión binocular se desarrolla y se va afinando a medida que el niño va cumpliendo años alcanzando un valor comparable al que presentan los adultos a la edad de 7 años.^{14, 15}

En el estudio que se realiza no se cumple lo anteriormente citado, como se puede observar en la Tabla 4 y figura 6, hay varios grupos de edades que no presentan la estereopsis esperada para sus años. Se puede pensar que estas alteraciones se deben a diferencias entre el desarrollo de ambos ojos, a lo que hay que añadir que ninguno de los niños fue diagnosticado de estrabismo. También podría deberse a que algunos niños no entendieran la explicación que se les daba para que realizaran el test y sus respuestas se debieran al azar en vez de a lo que en realidad estaban viendo.

Entrando en el tema que nos lleva a plantear el trabajo, el test de Pelli Robson (PR) se ha convertido en el estándar para medir la SC en los adultos¹⁶, este test consta de ocho filas de letras agrupadas en grupos de tres. El contraste desciende en 0,15 unidades logarítmicas entre grupos de letras sucesivos. El test finaliza cuando el paciente falla dos letras de un mismo grupo. Este test se puede intentar con niños mayores, pero será difícil que lo entiendan niños más pequeños por lo que existen test diseñados para ellos.

Existen 2 test desarrollados por Lea Hyvärinen para determinar la SC en niños, el test de símbolos de LEA de bajo contraste y el Hiding Heidi.

La prueba de Hiding Heidi (HH) consta de cuatro tarjetas, una de ellas blanca y las otras tres con una cara sonriente a cada lado con distinto contraste. La escala de contraste medida es de 0, 0.6, 1, 1.3, 1.6 y 1.9 unidades logarítmicas de SC. Esta prueba se desarrolla de manera similar al test de mirada preferencial, aunque la distancia a la que se realiza es variable. De hecho, el autor sugiere realizarla a diferentes distancias para obtener al menos dos umbrales diferentes. Si el niño responde al bajo contraste a una distancia cercana se aconseja aumentar la distancia, si por el contrario no responde se reduce la distancia.

El test de símbolos de LEA de bajo contraste de prueba se compone de 4 símbolos una manzana, un círculo, un cuadrado y una casa. Se tienen 6 láminas de distinto contraste, 0.6, 1, 1.3, 1.6, 1.9 y 2.2 unidades logarítmicas de SC y en cada una de ellas aparecen 5 símbolos de LEA que el niño ira verbalizando. Al igual que en el test de HH la distancia de la prueba es variable.¹⁶

Con estos y otros test, diversos autores han tratado de determinar a qué edad los niños alcanzan una SC comparable con la que presenta un adulto:

J. Leat⁴ publicó un estudio en el que mediante los test de LEA, Hiding Heidi y Pelli Robson medía la sensibilidad al contraste a 103 sujetos, concluyendo que la SC en el grupo de niños de 6 a 8 años no mostraba diferencias significantes con el grupo de los adultos.

Anteriormente en 1981 J. Atkinson⁵ realizó un estudio con 20 niños en edad preescolar y las madres de estos. Para la evaluación de la SC utilizó un sistema de dos cubos con rayas negras y blancas de diferentes frecuencias espaciales, colocados en dos mesas a la altura de los ojos y separadas por unos paneles. En una mesa se ponía un cubo con las líneas verticales y en la otra uno con las líneas horizontales y se le decía al niño que dentro del cubo de rayas horizontales había una recompensa y debía cogerla. Si el niño era capaz de distinguir las líneas iba al cubo correcto, así se iba determinando el umbral de cada sujeto. Los resultados fueron que los niños tenían una SC comparable con la del adulto si se evaluaba con el método desarrollado en el estudio, pero si se evaluaba con métodos específicos para niños se encontraban algunas diferencias que se achacaron al desarrollo cognitivo y sensorial de los niños.

En 1979, T. Derfeldt⁶ estudió a 33 sujetos, divididos en tres grupos de edad: 6-10 años, 20-40 años y 60-70 años. Tras evaluar la SC se comprobó que no había diferencias significativas entre los sujetos jóvenes y de mediana edad, por lo que concluyó que la SC parecía independiente de la edad en el rango de 6 a 40 años ya que para edades por encima de esta edad se producen pérdidas en frecuencias medias y altas.

T. Benedek⁷, en 2003, evaluó a niños con edades comprendidas entre los 5 y los 14 años. Los resultados revelaron una maduración de la SC que alcanzó valores comparables con los que presenta un adulto a los 11-12 años de edad.

J.E. Scharre⁸ midió en 1990 la SC en 286 niños de 3 a 7 años con el test VCTS 6500. Al comparar los datos obtenidos de niños visualmente sanos con datos de 50 adultos jóvenes visualmente normales, se obtuvo que se alcanzan valores de adulto a los 7 años de edad.

J. Gwiazda⁹ evaluó los cambios en la SC, la ubicación del pico de la función de sensibilidad al contraste (CSF), y la forma de la función desde la infancia hasta la edad adulta. Para realizarlo, utilizó métodos conductuales, técnicas preferenciales en recién nacidos y operantes para niños mayores y adultos. Y concluyó que la SC a los 8 años todavía no es comparable con la del adulto.

Analizando los datos de SC obtenidos en el estudio, representados en la tabla 5 y figura 7, se puede afirmar que los niños alcanzan una sensibilidad al contraste comparable con la de un adulto a los 5 años, puesto que las diferencias entre los distintos grupos de edades no son estadísticamente significativas. Con esto se ve la existencia de una discrepancia entre los resultados obtenidos en este estudio y los resultados publicados por diversos autores sobre el tema.

Si se analizan los resultados obtenidos en el test de Cambridge, representados en la figura 7, a medida que los niños van cumpliendo años precisan menos contraste para distinguir las líneas del test, por lo que presentan una mayor SC, pero no se cumple lo esperado. Ya que pensábamos encontrar diferencias significativas entre los distintos grupos de edad hasta los 7 años y que de esta edad en adelante las diferencias encontradas no fuesen significativas.

En el test de símbolos de LEA, al igual que ocurre en el test de Cambridge no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los distintos grupos de la muestra. Además como se observa en la figura 8, se obtiene el valor máximo de SC a los 5 años. Una de las razones puede residir en que a los niños les resultaba más fácil de entender este test que el realizado en visión lejana.

Con todo ello y tras realizar el análisis estadístico de los datos, se puede concluir que no hay diferencias significativas entre los distintos grupos de edad ya que el p-valor es superior a 0,05. Pero el hecho de que los niños hayan alcanzado valores de SC comparables con los que presenta un adulto a la edad de 5 años, no se puede generalizar a todos los niños puesto que los resultados de este estudio pueden deberse al azar por el valor de significancia obtenido.

7. Conclusiones

Para estudiar la función visual, tanto en niños como en adultos, no solo basta con realizar un test de AV para cuantificar lo que el sujeto es capaz de discriminar, sino que también es necesario realizar un test de SC adecuándolo a la edad del paciente. Ya que los objetos que nos encontramos en la vida real no son solo de alto contraste, que es como se cuantifica la AV, sino que presentan diferentes niveles de contraste y tamaño.

Al igual que ocurre con otras funciones, la vista se va desarrollando desde el momento del nacimiento hasta que alcanza su momento de plenitud. Por esta razón tanto la AV como la SC se verán incrementadas conforme el niño vaya cumpliendo años.

Lo que es de esperar en cualquier grupo estudiado, como ya han demostrado otros autores, es que la SC vaya aumentando gradualmente hasta los 7-12 años para alcanzar a estas edades el valor de SC de un adulto. Aunque como se puede comprobar en este estudio esto no se cumple siempre, pues para este grupo de niños, la SC que presentan ya es comparable con la de un adulto a los 5 años ya que las diferencias entre los grupos de edades no son significativas.

8. Bibliografía

1. Martín R, Vecilla G. Sensibilidad al contraste. En: Martín R, Vecilla G. Manual de Optometría. 1ª Edición. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010. Págs. 23-38.
2. López Y, Figueroa L. Valores de normalidad de sensibilidad al contraste en niños entre cuatro y siete años de la localidad de Chapinero, Bogotá. Ciencia & Tecnología para la salud visual y ocular. 2012; 10 (1):87-99.
3. Leat S.J, Yadav N.K, Irving E.L. Development of Visual Acuity and Contrast Sensitivity in Children. J Optom. 2009; 2 (1):19-26.
4. Leat S.J, Wegmann D. Clinical testing of contrast sensitivity in children: age-related norms and validity. Optom Vis Sci. 2004; 81 (4): 245-254.
5. Atkinson J, French J, Braddick O. Contrast sensitivity function of preschool children. Br J Ophthalmol. 1981; 65 (8): 525-529.
6. Derefeldt T, Lennerstrand T, Lundh B. Age variations in normal human contrast sensitivity. Acta Ophthalmol (Copenh). 1979; 57 (4): 679-690.
7. Benedek T, Benedek K, Kéri S, Janaky M. The scotopic low-frequency spatial contrast sensitivity develops in children between the ages of 5 and 14 years. Neurosci Lett. 2003; 345 (3):161-164.
8. Scharre J.E, Cotter S.A, Block S.S, Kelly S.A. Normative contrast sensitivity data for young children. Optom Vis Sci. 1990; 67 (11): 826-832.
9. Gwiazda J, Bauer J, Thorn F, Held R. Development of spatial contrast sensitivity from infancy to adulthood: psychophysical data. Optom Vis Sci. 1997; 74 (10): 785-789.
10. García Aguado, J. Cribado de alteraciones visuales en la infancia. En: Recomendaciones PrevInfad/PAPPS [en línea]. Actualizado noviembre de 2013. [consultado 23-04-2014]. Disponible en: <http://www.aepap.org/previnfad/Vision.htm>

11. Norgett Y, Siderov J. Crowding in children's visual test – effect of test design and age. *Optom Vis Sci.* 2011; 88 (8):920-927.
12. Peña J, Rubiano D, López Y. Concordancia entre el test de números de Snellen y el test de números de Lea en niños entre cuatro y siete años. *Ciencia & Tecnología para la salud visual y ocular.* 2012; 10 (1): 115-121.
13. Prado Blanco Y, Naranjo Fernández R, Estévez Miranda Y, Méndez Sánchez T. Estereopsis en niños operados de estrabismo en el Instituto Cubano de Oftalmología. *Rev Cubana Oftalmol.* 2013; 26 (1)
14. Figueroa L, Molina N, López Y, Bermúdez M. Agudeza visual, error refractivo, curvatura corneal, visión cromática y estereopsis en niños de entre tres y siete años en la localidad de Chapinero de la ciudad de Bogotá. *Ciencia & Tecnología para la salud visual y ocular.* 2013; 11 (2): 55-65.
15. Cooper J, J Feldman, Medlin D. Comparing stereoscopic performance of children using the Titmus, TNO, and Randot stereo tests. *J Am Optom Assoc.* 1979; 50 (7): 821-825.
16. Leat S.J. Clinical Testing of Contrast Sensitivity in Children: Age-related Norms and Validity. *Optom Vis Sci.* 2004; 81 (4): 245-254.